

091762519.

PCT/JP 00/03769

JP00013769

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

09.06.00

REC'D 27 JUL 2000

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月10日

EU

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第256774号

出 願 人

Applicant (s):

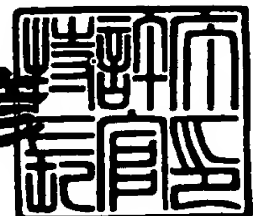
三井金属鉱業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3054116

【書類名】 特許願
【整理番号】 MM11-018
【提出日】 平成11年 9月10日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C25C 1/12
【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上尾市原市 1 3 3 3 - 2
三井金属鉱業株式会社 総合研究所内

【氏名】 横田 俊子

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上尾市原市 1 3 3 3 - 2
三井金属鉱業株式会社 総合研究所内

【氏名】 高橋 進

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上尾市原市 1 3 3 3 - 2
三井金属鉱業株式会社 総合研究所内

【氏名】 土橋 誠

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上尾市原市 1 3 3 3 - 2
三井金属鉱業株式会社 総合研究所内

【氏名】 木下 芳明

【特許出願人】

【識別番号】 000006183

【氏名又は名称】 三井金属鉱業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080159

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 望稔

【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

【識別番号】 100090217

【弁理士】

【氏名又は名称】 三和 晴子

【電話番号】 3864-4498

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006910

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712717

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 銅の高電流密度電解法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノードとして粗銅を用いる銅の電解精製において、電解槽内の電解液の温度を 5.5℃以上に維持すること、電解液を電解槽の上部から連続的に流入させて底部からスライムと共に連続的に流出させ、電解槽から流出した電解液からスライムを除去し、スライムの除去した電解液を電解槽に循環させること、電解液が静止している状態で電解を開始した場合にカソード表面上に発生する電解液の上向きの流れに逆らってカソードの全表面上において電解液を下向きに流動させるのに十分な平均流速で電解液を電極間を通過させることを特徴とする銅の高電流密度電解法。

【請求項 2】

電解槽内の電解液の温度を 60℃以上に維持することを特徴とする請求項 1 記載の銅の高電流密度電解法。

【請求項 3】

カソードとして銅種板、チタン板又は SUS 板を用いることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の銅の高電流密度電解法。

【請求項 4】

最小捕捉粒子径が 20 μm 以下のフィルターを用いてスライムを除去することを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載の銅の高電流密度電解法。

【請求項 5】

電流密度を $X \text{ A/m}^2$ とし、電極間を通過させる電解液の平均流速を $Y \text{ m/h}$ として、不等式

$$X > 350、$$

$$600 \geq Y \geq 80、及び$$

$$Y \geq 250 \times \{ (X - 350) / 350 \}^{1/2}$$

を満足する条件下で電解することを特徴とする請求項 1～4 の何れかに記載の銅の高電流密度電解法。

【請求項 6】

不等式

$X \geq 400$ 、及び

$600 \geq Y \geq 260 \times \{ (X - 350) / 350 \}^{1/2}$

を満足する条件下で電解することを特徴とする請求項 5 記載の銅の高電流密度電解法。

【請求項 7】

電流方向を反転させることなしで電解することを特徴とする請求項 1 ～ 6 の何れかに記載の銅の高電流密度電解法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は銅の高電流密度電解法に関し、より詳しくは高電流密度で銅を電解精製してもアノードの不動態化が発生することがなく、カソード表面にスライムが付着することがなく、カソード表面にこぶ（粒銅）やしわ状の凹凸が生成することがなく、純度の高い銅の増産が電解槽の増設なしで可能となる銅の高電流密度電解法に関する。

【0002】

【従来の技術】

銅の電解精製においては、通常は、電流密度 $200 \sim 350 \text{ A/m}^2$ で電解している。電流密度をさらに上げて銅を電解精製することができれば電解槽の増設なしで精製銅の増産が可能である。しかし、この電流密度を上げるとアノードの不動態化が発生するばかりでなく、アノードとカソードとの間で生じる自然対流の増強に起因してカソード表面にしわ状の凹凸が生成することになる。また、銅の電解精製における別個の問題として、電解液中に浮遊しているスライムがカソード表面に付着してカソード表面にこぶ（粒銅）が生成するという問題がある。何れの場合にも電解精製銅の純度が低下する。

【0003】

銅の電解精製における従来の電解液循環方式では、アノード表面に付着してい

るか又は電解槽の底部に沈降しているスライムが電解液中に浮遊することがないように、 0.2 cm/s 以下の流速で、即ち静止に近い状態を保持しながら電解液を循環させている。この程度の流速では銅を円滑に供給することができないので、電流密度を増大させることはできない。

【0004】

また、銅の高電流密度電解法として、PR電解法が提案されているが、この場合もアノード表面に付着しているか又は電解槽の底部に沈降しているスライムが電解液中に浮遊することがない状態を保持しながら電解液を循環させることが必要であり、即ち電解液の循環速度（電解槽内での流速）をあまり高くすることができず、それで高めることができる電流密度にも限度がある。また、チャンネル型電解槽を用いる高電流密度電解法も提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記の説明から明らかなように、銅の電解精製において、電解液中に浮遊しているスライムを除去しないならば、単に循環速度（電解槽内での流速）を上げても、問題が生じることなしで電流密度を増大させることはできない。

【0006】

それで、アノードの不動態化、カソード表面へのスライムの付着、カソード表面でのこぶ（粒銅）やしわ状の凹凸の生成、銅の純度の低下の全てが解決され、電解槽の増設なしでの精製銅の増産が可能となる銅の高電流密度電解法は今もお求められている。

【0007】

本発明は、高電流密度で銅を電解精製してもアノードの不動態化が発生することがなく、カソード表面にスライムが付着することがなく、カソード表面にこぶ（粒銅）やしわ状の凹凸が生成することがなく、しかも純度の高い銅の増産が電解槽の増設なしで可能となる銅の高電流密度電解法を提供することを課題としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、上記の課題を達成するために鋭意検討した結果、電解槽内の電解液の温度を所定温度以上に維持し、電解液を電解槽の上部から流入させて底部からスライムと共に流出させ、スライムを除去した後に電解槽に循環させ、カソードの全表面上において電解液を下向きに流動させることにより上記の課題が達成されることを見だし、本発明を完成した。

【0009】

即ち、本発明の銅の高電流密度電解法は、アノードとして粗銅を用いる銅の電解精製において、電解槽内の電解液の温度を55℃以上に維持すること、電解液を電解槽の上部から連続的に流入させて底部からスライムと共に連続的に流出させ、電解槽から流出した電解液からスライムを除去し、スライムの除去した電解液を電解槽に循環させること、電解液が静止している状態で電解を開始した場合にカソード表面上に発生する電解液の上向きの流れに逆らってカソードの全表面上において電解液を下向きに流動させるのに十分な平均流速で電解液を電極間を通過させることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の銅の高電流密度電解法に到達した経緯、本発明の銅の高電流密度電解法について具体的に説明する。

本発明者等は、電解槽内の電解液が静止している状態で電解を開始して、カソード表面上の電解液の流動状態及びアノード表面上の電解液の流動状態を観察した。電解液の流動状態の観察は、電解液と同程度の比重を持つ着色樹脂の微粒子等のトレーサーを電解液中に分散させることによって実施した。

【0011】

カソード表面上では電解液は上向きに流れ、アノード表面上では電解液は下向きに流れてカソードとアノードとの間で自然対流が発生し、後記の実験例1から明らかなように、カソードの全表面上において上向きの流れが発生するが、カソード表面上の垂直方向の位置の相違により上向きの流れの流速が異なり、カソードの下端から中間部にかけて段々と大きくなり、次いで上端にかけて徐々に小さくなる、即ち、上向きの流れの流速はカソードの上下方向の中間部で最大であり

、下端部で最小であることを見出した。

【0012】

電解液を電解槽の下部から高速で流入させて上部から流出させる場合にはカソード表面上の電解液の流速を加速することができるが、この場合にはスライムを巻き上げるといった問題が生じる。これに対し、電解液を電解槽の上部から流入させて下部から流出させてカソードの全表面上の電解液の流動方向を下向きにさせる場合には電極間を通過する電解液の平均流速は、カソードの上下方向の中間部での流れの流速を考慮して決める必要がある。

【0013】

また、電解槽内の電解液が静止している状態で種々の電流密度で電解を開始してカソード表面上に発生する電解液の上向きの流れについて観察した結果、後記の実験例2から明らかなように、電流密度が高くなるにつれて上向きの流れの流速が大きくなることを見出した。

【0014】

電解液を電解槽の上部から連続的に流入させ、種々の平均流速で電極間を通過させ、底部から連続的に流出させながら電解を実施してカソード表面上の電解液の流れを観測した。なお、電極間を通過する電解液の流速は電極間の中央部と電極に近接している部分とでは異なるので、本明細書においては平均流速は、電極間（電解液通過部分）の水平方向断面積と電解液流量とから求めた値である。平均流速がかなり小さい場合には、電解液全体としては下向きに流れているが、カソード表面上の電解液は上向きに流れていた。平均流速が少し大きくなると、カソード表面上の電解液が上向きに流れている部分と下向きに流れている部分と乱流状になっている部分とがあった。平均流速がもう少し大きくなると、カソード表面上の大部分で電解液が下向きに流れていたが、一部分（カソードの上下方向の中間部の表面上）で上向きに流れており、乱流状になっている部分も認められた。このような状態で電解を続けると、カソード表面にこぶ（粒銅）やしわ状の凹凸が生成した。

【0015】

平均流速を更に大きくすると、カソードの全表面上において電解液が下向きに

流れた。このような状態で電解を続けると、カソード表面にこぶ（粒銅）やしわ状の凹凸が生成することなく、また得られた銅の純度は極めて高かった。上記したように、上向きの流れの流速はカソードの上下方向の中間部で最大になるので、電解液が静止している状態で電解を開始した場合にカソード表面上に発生する電解液の上向きの流れに逆らってカソードの全表面上において電解液を下向きに流動させるのに十分な平均流速は、この中間部の上向きの流れの流速に関連している。

【0016】

従来技術においては前記したように電流密度 $200 \sim 350 \text{ A/m}^2$ 程度で電解しているので、本発明においては電流密度を 350 A/m^2 よりも大きくすることが好ましく、 400 A/m^2 以上とすることが一層好ましい。従って、電解液が静止している状態で電解を開始した場合にカソード表面上に発生する電解液の上向きの流れに逆らってカソードの全表面上において電解液を下向きに流動させるのに十分な平均流速として、後記の実施例から判断して、簡便には、電流密度を $X \text{ A/m}^2$ とし、電極間を通過させる電解液の平均流速を $Y \text{ m/h}$ とし、不等式

$$X > 350、$$

$$600 \geq Y \geq 80、及び$$

$$Y \geq 250 \times \{ (X - 350) / 350 \}^{1/2}$$

を満足する平均流速を用いることが好ましく、不等式

$$X \geq 400、及び$$

$$600 \geq Y \geq 260 \times \{ (X - 350) / 350 \}^{1/2}$$

を満足する平均流速を用いることが一層好ましい。

【0017】

上記の各不等式において、電流密度 X に関連する数値 350 及び 400 は上記の好ましい電流密度の値である。平均流速 Y に関連する数値 80 は電流密度 X が 386 A/m^2 未満の場合（即ち、 $260 \times \{ (X - 350) / 350 \}^{1/2}$ の値が 80 以下となる場合）であってもカソードの全表面上において電解液を下向きに流動させるのに必要な平均流速である。平均流速 Y に関連する数値 600 は

電解槽、循環ポンプに特別の負荷、負担を負わせることなしに電解操作を継続できる上限であり、電解槽、循環ポンプの負荷やエネルギーロスを無視すれば平均流速 Y はもっと大きくても電解操作を継続できる。平均流速 Y に関連する数値 2 5 0 及び 2 6 0 は後記の実施例から判断した係数である。

【 0 0 1 8 】

本発明の銅の高電流密度電解法においては、アノードの不動態化を防止するために、電解槽内の電解液の温度を 5 5℃以上、好ましくは 6 0℃以上、一層好ましくは 6 5℃以上に維持する必要がある。電解槽内の電解液の温度を 5 5℃に維持した場合には、電流密度が高いと、電解操作をある時間継続した後は、電解操作の継続につれてアノード電位が徐々に増大したが、最後迄電解操作が可能であった。電解槽内の電解液の温度を 6 0℃に維持した場合には、電流密度が高いと、電解操作を更に長時間継続した後は、電解操作の継続につれてアノード電位が徐々に増大したが、電解効率にはほとんど影響を及ぼさなかった。電解槽内の電解液の温度を 6 5℃に維持した場合には、電流密度が高くても、電解操作の継続によるアノード電位の増大は認められなかった。

【 0 0 1 9 】

本発明の銅の高電流密度電解法においては、アノードとして粗銅を用い、またカソードとして銅種板、チタン板、SUS板等を用いることができ、この粗銅の純度等や、カソードの種類、アノード及びカソードの配置状態等は通常の銅の電解精製法と同じである。

【 0 0 2 0 】

本発明の銅の高電流密度電解法においては、電解液を電解槽の上部から連続的に流入させて底部から連続的に流出させる。この際に、空気が電解液中に入り込む（気泡が発生する）ことがなく且つ電解液が各々の電極間を均等に且つ垂直方向又はそれに近い状態で流れることが好ましいので、例えば、

パイプの長手方向に延びたスリットを有する細いパイプを多数用意し、これらの細いパイプを電解槽の電極板とは平行な方向で、アノードとカソードとの間及び両端のアノードの外側に配置し且つ電解液中の上方部分に浸漬させ、これらの細いパイプを電解槽外の導管に連結し、その導管からこのパイプに電解液を流入

させ、スリットから各々の電極間に均等に流通させたり、

パイプにその長手方向に延びた 1 本又は 2 本以上のスリット又は長手方向とは直角の方向に延びた多数のスリットを設け、少なくとも 1 本のこのパイプを電解槽の電極板とは直角の方向で、電解槽の両側壁面上に配置するか又は電極の上方に配置し（この場合にはアノード、カソードの形状を変更する必要がある）且つ電解液中の上方部分に浸漬させ、これらのパイプを電解槽外の導管に連結し、その導管からこのパイプに電解液を流入させ、スリットから各々の電極間に均等に流通させたり、

多数の電解液流入パイプを設け、それらのパイプの少なくとも先端を電解液中に浸漬させてそれらのパイプから電解液を各々の電極間に均等に流通させたり、或いは

整流板を設けたり、電解槽の上部を逆さロート状に形成したりして電解液を各々の電極間に均等に流通させたりすることが好ましく、

一方、電解槽の底部の全体から電解液を排出できるように多数の電解液通過穴を有するパイプを電解槽の底部に配置したり、電解槽の底部に整流板を設けたり、電解槽の底部をロート状に形成したりすることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

本発明の銅の高電流密度電解法においては、電解液を電解槽から連続的に流出させる際に、アノード表面に付着しているスライム、浮遊しているスライム及び電解槽の底部に沈降しているスライムと共に連続的に流出させる。この電解槽から流出した電解液から周知技術に従って濾過等によりスライムを除去する。この濾過等により除去すべきスライムの最小粒子径は、所望する電解精製銅の純度、アノードの品位、電解液組成等の電解条件等により異なるので、所望する最小捕捉粒子径を任意に選択してスライムを除去する。例えば、最小捕捉粒子径が 1 0 0 μ m 以下、好ましくは 2 0 μ m 以下、より好ましくは 5 μ m 以下のフィルターを用いてスライムを除去することができる。このスライムの除去した電解液を電解槽に循環させる。

【 0 0 2 2 】

本発明の銅の高電流密度電解法は、銅の電解精製に従来用いられているいかな

る電解法でも、例えば電流方向を反転させない通常の直流電解法、PR電解法、パルス電解法等の何れでも実施可能である。しかし、本発明で目的とする効果は通常の直流電解法で十分に達成することができるので、装置のコスト、操業性等を考慮すると通常の直流電解法で実施することが好ましい。

【0023】

以下に、実験例、実施例に基づいて本発明を更に具体的に説明する。

実験例 1

透明なアクリル樹脂製板を用いて、内法で幅 24 cm、奥行き（電極板面と平行な方向）7 cm、深さ 130 cm の実験用電解槽を作製した。アノードとして縦 100 cm、横 5 cm、厚さ 4 cm の純度 95 % の銅板を用い、カソードとして縦 100 cm、横 5 cm、厚さ 0.07 cm の純度 99.99 % の銅種板を用い、このアノード 1 枚とカソード 1 枚とを、アノードとカソードとの電極間中心距離が 5 cm となるように上記の実験用電解槽内に配置した。この実験用電解槽内に、銅濃度 46 g/l、遊離硫酸濃度 190 g/l の電解液に電解液の比重と等しい比重を持つ着色樹脂の微粒子からなるトレーサーを分散させた電解液を注入した。また、電解を実施している間のカソード表面上の垂直方向の任意の位置での電解液の流動状態を観察するために、この実験用電解槽の幅方向のアクリル樹脂製板の外側に CCD カメラを上下方向に移動が可能ないように配置した。

【0024】

電解槽内の電解液の温度を 65℃ に維持し、第 1 表に示す電流密度、即ち 360 A/m² 及び 385 A/m² でそれぞれ別個に電解を実施した。カソード表面上の垂直方向の種々の位置で電解液の流動状態を観察した。全ての位置で電解液は上向きに流動しているが、第 1 表に示すようにカソード表面上の垂直方向の位置の相違により上向きの流速が異なり、カソードの下端から中間部にかけて段々と大きくなり、次いで上端にかけて徐々に小さくなる、即ち、上向きの流速はカソードの上下方向の中間部で最大であり、下端部で最小であった。

【0025】

第 1 表

観察位置 (カソード表	電 流 密 度	
面上の下端からの垂直		
方向の距離)	360 A/m ²	385 A/m ²
1 cm (下部)	4.1 m/h	4.4 m/h
50 cm (中間部)	39.4 m/h	42.9 m/h
90 cm (上部)	29.9 m/h	37.5 m/h

第1表のデータをグラフに示すと、図1に示す通りである。

【0026】

実験例2

実験例1で用いた電解槽、電解液、アノード、カソード及びCCDカメラと同じものを用い、実験例1の場合と同様に配置した。電解槽内の電解液の温度を65℃に維持し、第2表に示す電流密度、即ち405 A/m²、616 A/m²及び917 A/m²でそれぞれ別個に電解を実施した。カソード表面上の垂直方向の種々の位置で電解液の流動状態を観察した。全ての位置で電解液は上向きに流動しているが、第2表に示すように電流密度が高くなるにつれて上向きの流速が大きくなっていった。

【0 0 2 7】

第 2 表

観察位置 (カソード 表面上の垂直方向の 下端からの距離)	電 流 密 度		
	4 0 5 A / m ²	6 1 6 A / m ²	9 1 7 A / m ²
1 0 c m	2 2 m / h	2 7 m / h	3 0 m / h
3 0 c m	3 9 m / h	5 2 m / h	7 0 m / h
5 0 c m	4 8 m / h	6 1 m / h	7 9 m / h

第2表のデータをグラフに示すと、図2に示す通りである。

【0 0 2 8】

実施例 1

内法で幅 4 8 6 c m、奥行き（電極板面と平行な方向）1 2 0 c m、深さ 1 3 0 c m のコンクリート塩ビライニング電解槽を用いた。電解時のカソード表面上の垂直方向の下端から 5 0 c m 前後の位置での電解液の流動状態を観察することができるよう、耐酸性のファイバースコープの先端を電解液中に浸漬させ、電解槽の外に出ているファイバースコープの基端に C C D カメラを配置した。アノードとして縦 9 8 c m、横 9 6 c m、厚さ 4 c m の純度 9 5 % の銅板を用い、カソードとして縦 1 0 0 c m、横 1 0 0 c m、厚さ 0 . 0 7 c m の純度 9 9 . 9 9 % の銅種板を用い、このアノード 4 7 枚とカソード 4 6 枚とを、アノードとカソードとの電極間中心距離が 5 c m（銅の電解精製技術で一般に用いられている極間距離（アノードとアノードとの中心距離）では 1 0 c m）となるように上記の電解槽内に交互に配置した。

【0 0 2 9】

パイプの長手方向に延びたスリットを有する長さ 1 1 0 c m、外径 2 c m の細いパイプを多数用意した。これらの細いパイプを、電解槽の電極板とは平行な方向で、アノードとカソードとの間及び両端のアノードの外側にスリットが下向き

になるように配置させることができ且つ電解液中の上方部分に浸漬させることができるようにして、電解槽外の導管に連結して組立てた。また、電解槽の底部の全体から電解液を排出できるように多数の電解液通過穴を有する電解液流出パイプを電解槽の底部に配置し、その電解液流出パイプと電解液流入用外部導管との間にポンプ、フィルター、尾液槽を介して液流可能に連結した。

【0030】

銅濃度 46 g/l、遊離硫酸濃度 190 g/l の電解液に電解液の比重と等しい比重を持つ着色樹脂の微粒子からなるトレーサーを分散させた電解液を用い、その電解液を電解液流入用外部導管から各々のスリット付きパイプに流入させ、スリットから各々の電極間に均等に流通させ、スライムと共に電解液流出パイプから流出させ、ポンプ、最小捕捉粒子径が 5 μ m のフィルター、尾液槽を介して電解液流入用外部導管に循環させた。

【0031】

電解槽内の電解液の温度を 65℃ に維持し、電解液を第 3 表に示す電極間の平均流速で循環させながら、第 3 表に示す電流密度で、第 3 表に示す時間、電解を実施した。カソード表面上の垂直方向の下端から 50 cm の位置で電解液の流動状態を観察した。その結果は第 3 表に示す通りであった。電解終了後のアノードの不動態化の有無についても調べた。その結果は第 3 表に示す通りであった。また、得られた電解精製銅の表面形態及び不純物の分析結果は第 3 表に示す通りであった。更に、本発明で目的とする効果を得るための電極間の平均流速と電流密度との関係を示すために、電流密度を $X \text{ A/m}^2$ として、式

$$250 \times \{ (X - 350) / 350 \}^{1/2}$$

の値を計算し、その値も第 3 表に示す。

【0032】

【表1】

第 3 表

電流密度、 A/m^2	405			616			917		
	48	120	240	48	120	240	48	120	240
電極間の平均流速、 m/h									
250{(X-350)/350} ^{1/2}	100	100	100	218	218	218	318	318	318
電解時間、h	161	161	161	105	105	105	71	71	71
カソード下端から50cmの 表面上の電解液の流動状態	上向き	下向き	下向き	上向き	注 1	下向き	上向き	注 1	注 1
アノードの不動態化の有無	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
電解精製銅の表面形態	こぶ有り	平滑	平滑	こぶ有り	こぶ有り	平滑	こぶ有り	こぶ有り	平滑
分 析 結 果	S 濃度、ppm	20	<10	<10	30	<10	90	30	<10
	As 濃度、ppm	0.4	<0.3	<0.3	0.5	0.4	3.9	2.7	0.9
	Sb 濃度、ppm	0.3	<0.3	<0.3	0.4	<0.3	0.8	0.4	<0.3
	Bi 濃度、ppm	1.8	<0.3	<0.3	1.9	0.9	3.6	2.5	<0.3

注1: 大部分が下向きであるが、一部にやや上向きも認められた。

【0033】

【発明の効果】

本発明の銅の高電流密度電解法においては、高電流密度で銅を電解精製してもアノードの不動態化が発生することがなく、カソード表面にスライムが付着することがなく且つカソード表面にこぶ（粒銅）やしわ状の凹凸が生成することはない、しかもS、As、Sb、Bi等の不純物含量の少ない電解精製銅を得ることができる。

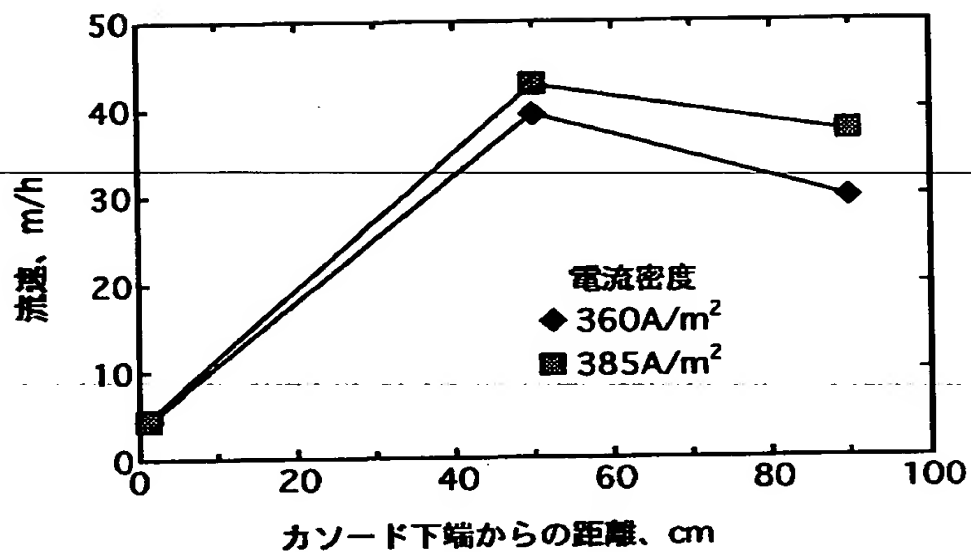
【図面の簡単な説明】

【図1】 実験例1で得たカソード表面上の垂直方向の下端からの距離と電解液の流速との関係を示すグラフである。

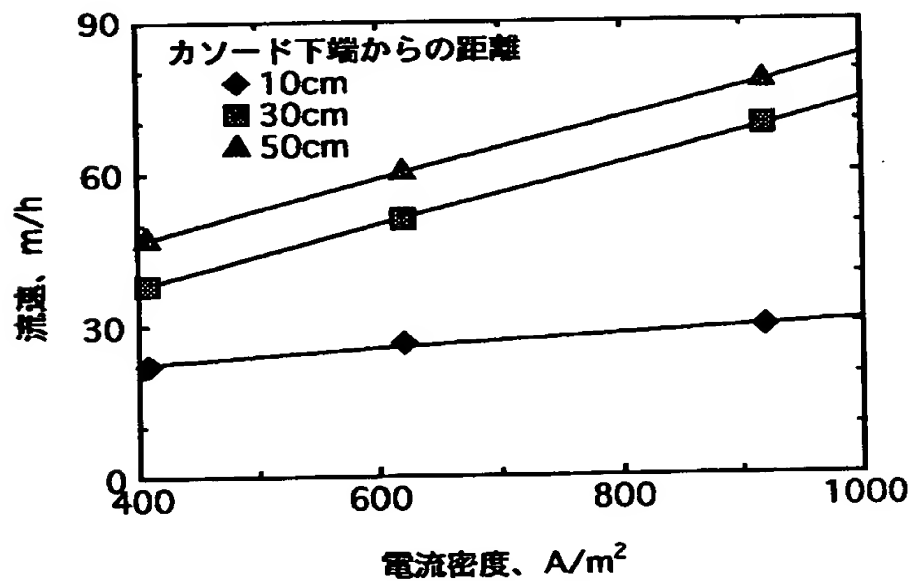
【図2】 実験例2で得た電流密度と電解液の流速との関係を示すグラフである。

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アノードの不動態化の発生、カソード表面へのスライムの付着、カソード表面でのこぶ（粒銅）やしわ状の凹凸の生成がなく、しかも純度の高い銅の増産が電解槽の増設なしで可能となる銅の高電流密度電解法を提供する。

【解決手段】 アノードとして粗銅を用いる銅の電解精製において、電解液の温度を 55℃以上に維持すること、電解液を電解槽の上部から連続的に流入させて底部からスライムと共に連続的に流出させ、スライムを除去した電解液を電解槽に循環させること、電解液が静止している状態で電解を開始した場合にカソード表面上に発生する電解液の上向きの自然対流に逆らってカソードの全表面上において電解液を下向きに流動させるのに十分な平均流速で電解液を電極間を通過させることからなる銅の高電流密度電解法。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006183]

1. 変更年月日	1999年 1月12日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都品川区大崎1丁目11番1号
氏 名	三井金属鉱業株式会社
